

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Veterinární chladicí zařízení pro malá psí plemena
Veterinary Cooling Equipment for Small Breeds of Dogs

Student:

Bc. Jakub Srnec

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zdeněk Noga, Csc.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jakub Srnec**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení
Téma: **Veterinární chladicí zařízení pro malá psí plemena**
Veterinary Cooling Equipment for Small Breeds of Dogs
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Pro potřebu veterinární oblasti navrhnete chladicí zařízení pro léčení a rehabilitaci postižených končetin malých psích plemen. Při zpracování návrhu zařízení vycházejte z českého patentového spisu 303 114 a 306 091.

Proved'te:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrženého zařízení a nezbytnými výpočty ve členění – upřesnění zadání, seznam požadavků, funkční struktura, morfologická matice, orgánová a hrubá stavební struktura.
2. 3D model konstrukčního návrhu zařízení.
3. Výrobní výkresovou dokumentaci zařízení.

Rozsah výtahu z rešerše z Diplomového projektu v textové části práce cca 5str., rozsah výkresové části min. 2A0.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*.
Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*.
Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
HUBKA, V. *Konstrukční nauka*.
Zürich: Heurista, 1995. 105s. ISBN 80-90 1135-0-8.
Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.
FS_SME_05_003 verze: G
LITERÁRNÍ REŠERŠE – zpracovaná v rámci Diplomového projektu.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zdeněk Noga, CSc.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 15. 5. 2017



.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15.5. 2017



.....

podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Jakub Srnec

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Zábrani 1372, Napajedla 763 61

ANOTACE DIPLOMOVÁ PRÁCE

SRNEC, J. *Veterinární chladicí zařízení pro malá psí plemena*: Diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2017. 68 s. Vedoucí práce: Ing. Noga Zdeněk, Csc.

Diplomová práce se zabývá návrhem a technickým řešením chladicího zařízení pro potřebu veterinářské léčby malých psích plemen, s cílem vyvodit léčebnou negativní termoterapii do postižené oblasti a zkrátit dobu rehabilitace. Na úvodní část - State of Art, navazuje metodický návrh řešení ve členění seznam a specifikace požadavků, technický proces, funkční struktura a morfologická matice. Z nichž byla vybrána orgánová struktura (koncept). Koncept byl rozpracován do čisté stavební struktury – 3D modelu. Chladicí hlavice byla optimalizovaná na základě matematického modelování teplotního pole chladicí hubice (MKP).

ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

SRNEC, J. *Veterinary Cooling Equipment for Small Breeds of Dogs* : Diploma thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and design, 2017. 68 p. Thesis head: Ing. Noga Zdeněk, Csc.

The diploma thesis deals with design and technical solution of refrigeration equipment for the needs of veterinary treatment of small dog breeds in order to derive therapeutic negative thermotherapy in the affected area and shorten the time of rehabilitation. The introductory part - the State of Art, follows the methodical design of the solution in a breakdown of the list and the specific requirements, the technical process, the functional structure and the morphological matrix. Of these, the organic structure (concept) was selected. The concept was processed into a clean building structure - 3D model. The cooling head has been optimized on the basis of mathematical modeling of the cooling nozzle temperature field (FEM).

Obsah

Seznam značek a symbolů.....	9
Seznam indexů	10
Seznam výrazů	10
Úvod.....	11
1. State of Art	12
1.1 Rozdělení plemen [3].....	12
1.2 Příčiny poranění	12
1.3 Léčebná zařízení	15
2. Upřesnění zadání	17
2.1 Požadavkový list [4].....	17
2.2 Technický proces	20
2.3 Blokové schéma technického procesu.....	21
2.4 Stanovení funkční struktury	22
2.5 Hierarchický funkční strom	23
2.6 Blokové schéma	24
3. Stanovení orgánové struktury.....	25
3.1 Morfologická matice [4]	25
3.2 Morfologická matice - Box [4].....	Chyba! Záložka není definována.
3.3 Transformace [4].....	Chyba! Záložka není definována.
4. Stanovení hrubé stavební struktury	33
3D model psí končetiny.....	33
4.1 Tepelný výkon psí končetiny	36
4.2 MKP Analýza kontaktního a chladicího prvku.....	Chyba! Záložka není definována.
5. Čistá stavební struktura	Chyba! Záložka není definována.
5.1 Výpočet akumulovaného tepla složených desek.....	Chyba! Záložka není definována.
5.2 Volba Peltierova článku	Chyba! Záložka není definována.
5.3 Volba chladiče	Chyba! Záložka není definována.
5.4 Výpočet bezrozměrných kritérií	Chyba! Záložka není definována.
5.5 Volba chladicího bloku	48
5.6 Výpočet hydraulických tlakových ztrát v chladicím okruhu.....	Chyba! Záložka není definována.
5.7 Volba čerpadla.....	Chyba! Záložka není definována.
5.8 Objem nádrže	Chyba! Záložka není definována.

5.9. Volba nádrže	Chyba! Záložka není definována.
6. Celkové sestavy chladicího zařízení	Chyba! Záložka není definována.
6.1 Sestava hlavice	Chyba! Záložka není definována.
6.2 Sestava box.....	Chyba! Záložka není definována.
6.3 Celková sestava	Chyba! Záložka není definována.
7. Závěr.....	59
8. Seznam zdrojů	60
9. Seznam obrázků	62
10. Seznam tabulek	63
11. Seznam příloh.....	64

Seznam značek a symbolů

a	[m]	délka
b	[m]	šířka
c	[m]	výška
c_p	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$	měrná tepelná kapacita
d_H	[m]	hydraulický průměr
I	[A]	maximální proud Peltier. Modulu
m	[kg]	hmotnost materiálu
Nu	[1]	Nusseltovo číslo
O_{blok}	[m]	obvod průtočného průřezu
P	[W]	výkon
$P_{\text{přip}}$	[W]	přípravný výkon
Pr	[1]	Prandtlovo číslo
Q	[J]	teplo
q	$[W \cdot m^{-2}]$	hustota tepelného toku
Q_v	$[kg \cdot s^{-1}]$	objemový průtok
Re	[1]	Reynoldsovo číslo
t_1	[°C]	teplota na povrchu dotykové vložky
t_2	[°C]	teplota mezi stěnami 1 a 2
t_3	[°C]	teplota mezi stěnami 2 a 3
t_4	[°C]	teplota na povrchu izolace
$t_{\text{stř}}$	[°C]	střední teplota
t_{vstup}	[°C]	teploty vody při vstupu do chl. bloku
$t_{\text{výstup}}$	[°C]	teploty vody při výstupu z chl. Bloku
U	[V]	maximální napětí Peltier. Modulu
V	$[m^3]$	objem materiálu
w	$[m \cdot s^{-1}]$	rychlost průtoku kapaliny
Δt	[°C]	rozdíl teplot
$\Delta t_{\text{stř}}$	[°C]	střední logaritmický rozdíl teplot
α	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	součinitel přestupu tepla
η	$[Pa \cdot s^{-1}]$	dynamická viskozita vody
λ	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$	tepelná vodivost
ν	$[m^2 \cdot s^{-1}]$	kinematická viskozita vody
ρ	$[kg \cdot m^{-3}]$	hustota materiálu

Seznam indexů

Al	Hliník
Blok	Chladicí blok
SV	Silikonová vložka
Ch	Chladicí plocha
Izol	Izolace
Modul	Peltierův článek
Pes	Pes
Voda	Voda

Seznam výrazů

FCI.....	Mezinárodní kynologická federace
Dysplazie.....	Porucha vývoje nebo růstu
Kynologie.....	Studium psů z biologického hlediska
Malformace.....	Vrozené vývojové vady
Muskuloskeletální poruchy.....	Poškození a onemocnění kloubů
Synoviální tekutina.....	Kloubní maz

Úvod

Diplomová práce se zabývá konstruováním chladicího zařízení pro léčení a rehabilitaci poraněných končetin u malých plemen psů. Zpracování návrhu chladicího zařízení vychází z českých patentových spisů [1,2] a z požadavků vytvořené veterinárním odborníkem (viz. Příloha A).

Pro návrh zařízení se vychází z požadavkového listu, který je vytvořený na základě informací získaných z rešerše, konzultací s veterinárním odborníkem a seznámení s technikou současné doby. Výstupem práce je vytvoření 3D modelu zařízení, které splňuje dané požadavky.

1. State of Art

1.1 Rozdělení plemen [3]

Mezinárodní kynologická federace FCI (*Fédération Cynologique Internationale*) je organizací, která se zabývá plemeny psů a jejich kynologií.

Plemeny psů jsou rozděleny do deseti skupin. Tyto skupiny jsou založeny na různých znacích, jako např. vzhled nebo využití plemene.

Skupiny plemen dle FCI [3]

- Plemena ovčácká, pastevecká a honácká
- Pinčové, knírači, plemena molosoidní a švýcarští salašníčtí psi
- Teriéři
- Jezevčíci
- Špicové a psi původního typu
- Honiči a barváři
- Ohaři
- Slídiči, retrívři a vodní psi
- Společenská plemena
- Chrti

1.2 Příčiny poranění

Příčiny poranění [6]

Při tvrdé zátěži je pes náchylnější k muskuloskeletálním problémům, jako jsou zranění kloubů a zad. Zranění prstů může být způsobeno otáčením se po tráva, nebo lezením a skákáním. Nošení postroje nebo zařízení, mohou způsobit odřením. Může dojít k degenerativní onemocnění kloubů, dysplazie kyčelního kloubu, svalů, šlach, vazů nebo kůže.



Obr.1 Náchylnost poranění v kloubech [8]

Artritida je obecný termín pro abnormální změny v kloubu. Ta může být vyvolána infekcí, vrozených vad, stresu nebo traumatu. To způsobuje bolest, otoky a ztuhlost kloubů. Je to velmi běžné onemocnění, které postihuje 1 z 5 dospělých psů, a je jednou z nejčastějších příčin chronické bolesti ošetřeným veterinářem.

Zjištění artritidy u psa [6]

- Zvýhodnění jedné nohy víc oproti druhé
- Obtížně sedí nebo stojí, váhavost při skákání, běhání nebo chození po schodech
- Ztuhlé nebo napuchlé klouby
- Zvýšení tělesné hmotnosti nebo snížený svalový tonus
- Snížená aktivita
- Změna chování

Léčebná terapie [10]

U pacientů, kteří podstoupili chirurgický zákrok, se klade velký důraz na rehabilitaci. Rehabilitace pro psi se používá klasická manuální terapie, lymfatické drenáže, masáže, cviky na balónkách nebo na trampolíně atd.

Zajímavou rehabilitační terapií je aquaterapie, která využívá speciálně upravené vany s protiproudem a podvodním běžeckým pásem. Toto zařízení je unikátní v medicíně malých zvířat. Hydroterapie lehce nadnáší tělo, tím je spojená redukce podpůrné funkce svalstva a dochází indukci bezbolestného pohybu psa. Vlivem odporu vody a teploty v bazénu se nezatěžují klouby a zlepšuje se kardiovaskulární systém. Aquaterapie je rehabilitační metoda, která je vhodná pro neurologické a ortopedické onemocnění.



Obr. 2 Aquatrainer [7]

Léčba chladem – Negativní termoterapie [11]

Negativní terapie využívá působení chladu pro své účinky na struktury svalové soustavy. Používá se ledový obklad, kryosáčky nebo studený laser pro léčbu chladem na postižené oblasti. (záněty, snížení otoku, snížení krvácení).

1.3 Léčebná zařízení

HYPERKEWL [9]

HyperKewl je speciální vesta pro účinné a pohodlné ochlazování. Vesta je vyrobena z trojvrstvého materiálu (vnější prošívaný nylon, materiál hyperkewl a vodu odpuzující nylonová podšívka), která umožňuje absorbovat vodu a postupným odpařováním skrz vnitřní tkaninu dochází k ochlazování.

Nošení vesty u psů nedochází k namočení srsti, při které může dojít k zapaření kůže a hrozí tím psovi kožní problémy. Vesta je účinná i pro psi s objemnější srstí, kde vzduch v srsti funguje jako izolace proti vnější teplotě. Ta způsobuje, že nástup ochlazení je pomalejší oproti bezsrstým psům.



Obr. 3 Hyperkewl – chladicí vesta [9]

GAME READY [12]

Zařízení, které dokáže urychlit regeneraci a rekonvalescenci při sportovních poranění nebo po operačním zákroku. Chladicí zábal GAME READY používá technologii skafandru vyvinuté v NASA. Zařízení se aplikuje na postiženou část těla, kde s přerušovanou kompresí a chladovou terapií se zvyšuje účinnost léčby. Systém zařízení dokáže regulovat tlak a délku komprese a nastavit teplotu chladové terapie. Chladová terapie se pohybuje v teplotách mezi 1,6 °C až 10 °C. Flexibilní zábaly jsou vytvářené pro potřebu dokonalého pokrytí postižené oblasti.



Obr. 4 Zařízení GAME READY [12]

Laserová terapie [14]

Laserová terapie za studena je neinvazivní postup, který používá světlo ke stimulaci regenerace buněk a zvýšení krevního oběhu. Laserová léčba za studena ošetřuje povrch kůže, zatímco horké laserové ošetření postihuje hlubší tkáně.

Často nazývaná laserová terapie na nízké úrovni nebo studená laserová terapie je stále relativně novým konceptem, který se používá nedávno k léčbě psů s poraněním artritidy, šlach nebo měkkých tkání a pro podporu hojení ran.



Obr. 5 CTL Therapy laser [13]

2. Upřesnění zadání

Vytvoření požadavkového listu se vychází z poznání problémové situace. K tomu slouží kritická formulace o problému a analýza problémové situace ze všech možných hledisek. Významným zdrojem informací je znalost techniky a vědy. Tyto informace se porovnávají, kritizují a vytváří se posudky o realizovatelnosti. Specifikace požadavků se během práce stále doplňuje nebo mění podle nových otázek vyplývajících z konstrukčních kroků. Do požadavkového listu jsou vneseny požadavky z odborné konzultace s veterinářem a s průběžných otázek z konstrukčních kroků. [4]

2.1 Požadavkový list [4]

<i>Specifikace požadavku</i>	<i>Podmínka</i>	<i>Přání</i>
Požadavky na průběh chlazení		
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Průběh chlazení</u> • Rovnoměrná teplota na ploše v kontaktu s chladicím zařízením • Dostatečná velikost chladicí plochy k rehabilitaci • Chlazení přední a zadní končetiny • Dostatečný chladivý výkon k překonání vzduchové izolace – objemnější srst • Řízení teploty • Doba chlazení: 15 min 	<div style="text-align: center;">x</div> <div style="text-align: center;">x</div> <div style="text-align: center;">x</div> <div style="text-align: center;">x</div> <div style="text-align: center;">x</div>	<div style="text-align: center;">x</div> <div style="text-align: center;">x</div>
Manipulace		
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Hlavice</u> • Aplikování gelu (objemnější srst) • Zachycení/přitlačení chladicího zařízení na končetinu • Jednoduchá montáž/demontáž 	<div style="text-align: center;">x</div> <div style="text-align: center;">x</div> <div style="text-align: center;">x</div>	

<ul style="list-style-type: none"> - <u>Box</u> • Mobilní • Montáž spojovacích dílů (hadice, hlavice, box) 	X X	
Provoz		
<ul style="list-style-type: none"> • V domácím prostředí/veterinářská klinika • Životnost: 6 let • Jednoduchá a minimální údržba • Nízká váha • Rychlý nástup chladicí efektu • Sterilizace dotykových částí • Nahradí díly • Frekvence použití: četný 	X X X X X X	X X
Ergonomie a ekologie		
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Hlavice</u> • Dokonalé upevnění na končetinu • Snadná výměna dotykových vložek • Recyklovatelný materiál • Nízké náklady - <u>Box</u> • Jednoduchá ovladatelnost otevření/uzavření boxu • Jednoduchá konstrukce • Mobilní • Recyklovatelný materiál • Snadný přístup k uzávěru nádrže • Snadný přístup k obsaženým prvkům • Monitorování teplot (v kontaktu) 	X X X X X X X X X	X X

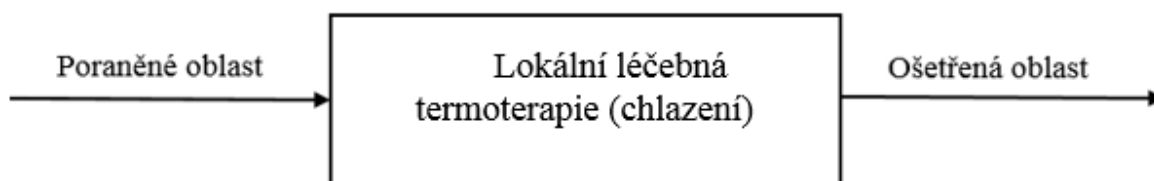
<ul style="list-style-type: none"> • Nízké náklady • Jednoduchá montáž/demontáž 	X X	
Vzhled		
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Rozměry</u> • Přizpůsobivost dokonalého dotyku ke tvaru končetiny • Minimalizace zařízení 	X X	
Bezpečnost		
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Hlavice</u> • Zamezení kondenzace • Bezpečná hranice min. teploty 4 °C • Bezpečná hranice max. teploty 40 °C - <u>Box</u> • Ochrana elektronických prvků • Zabezpečení proti krádeži 	X X X X	 X
Materiály		
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Tkáň</u> - Hustota tepelného toku 350 – 410 [W.m⁻²] - Objemná srst – vzduchová izolace - <u>Hlavice</u> • Bio-kompaktní materiál (vhodný na tkáň) • Materiál s vysokou tepelnou vodivostí - <u>Box</u> • Voděodolný • Otěruvzdorný 	X X X X X X	

Výroba		
<ul style="list-style-type: none"> - Kusová výroba - Montáž/demontáž - Využití normalizovaných dílců 	x	 x x
Předpisy a normy		
<ul style="list-style-type: none"> - Hygienické normy - Veterinární normy - Předpisy pro čištění zařízení (sterilizace a výměna kontaktních prvků) 	 x x x	

Tab. 1 Požadavkový list [4]

2.2 Technický proces

Černá skříňka

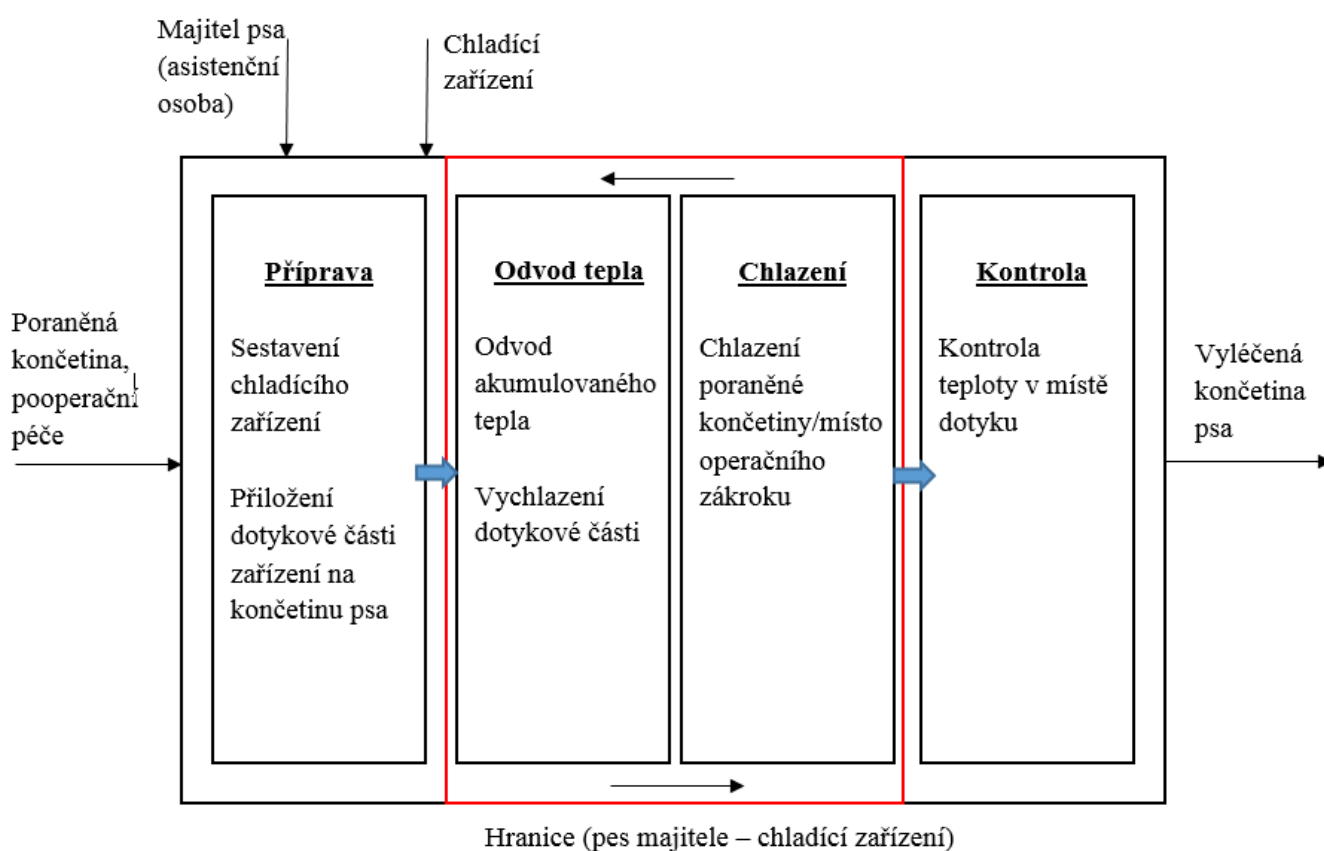


Obr. 6 Černá skříňka [4]

Technologie

Kontaktní část zařízení musí být upevněna na končetinu s dokonalým stykem, aby nedocházelo ke ztrátám chladicí efektu a došlo ke kondukcí tepla. Pro lepší kondukcí tepla se na chlazenou oblast aplikuje gel. U dlouhosrstých psů se tato oblast vyholí, aby nedocházelo ke vzduchové izolaci mezi tkání a kontaktní částí. Přiložení hlavice na končetinu provádí asistenční osoba.

2.3 Blokové schéma technického procesu



Obr. 7 Obecná forma blokové schéma technického procesu [4]

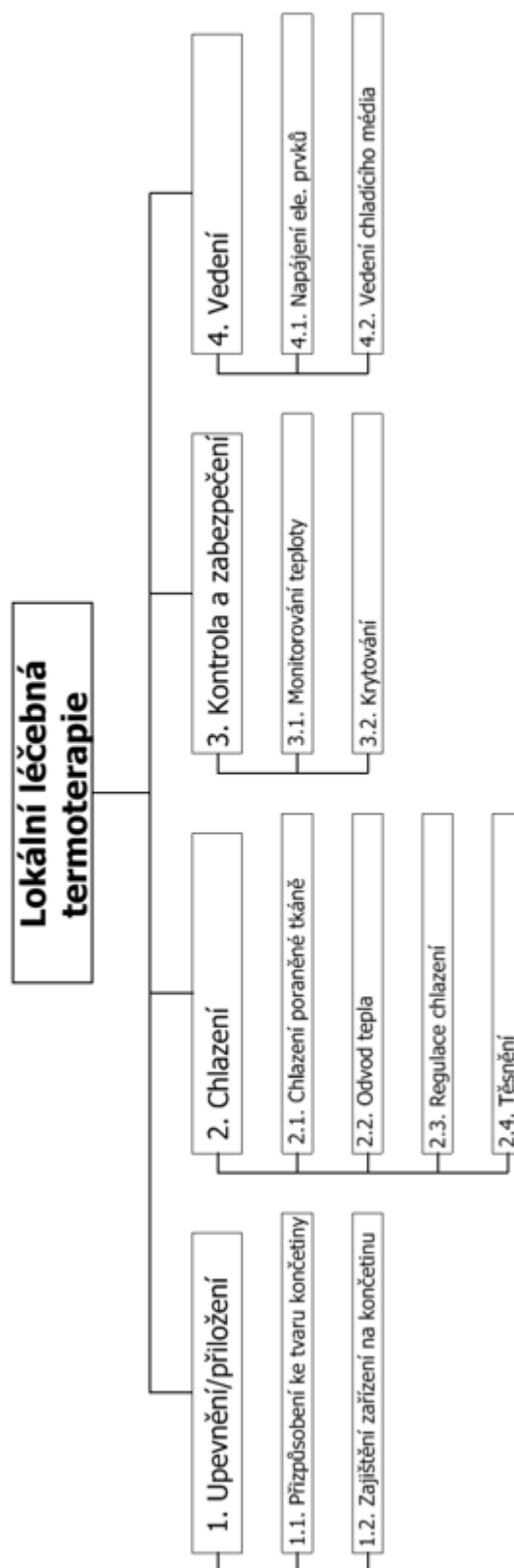
2.4 Stanovení funkční struktury

Vstupem pro konstrukci funkční struktury jsou vyspecifikovány požadavky. Racionální postup vyžaduje stanovit nejprve jádro úlohy (účinky), které jsou výchozím bodem pro hledání stavební struktury. Účinky se odvodí z technického procesu a přitom se i stanoví pořadí operací a nakonec optimální uspořádání funkčních skupin. Druhy těchto jednotlivých konstrukčních znaků jsou dále podkladem pro tvorbu různých variant možných řešení. [4]

Funkce procesu [4]

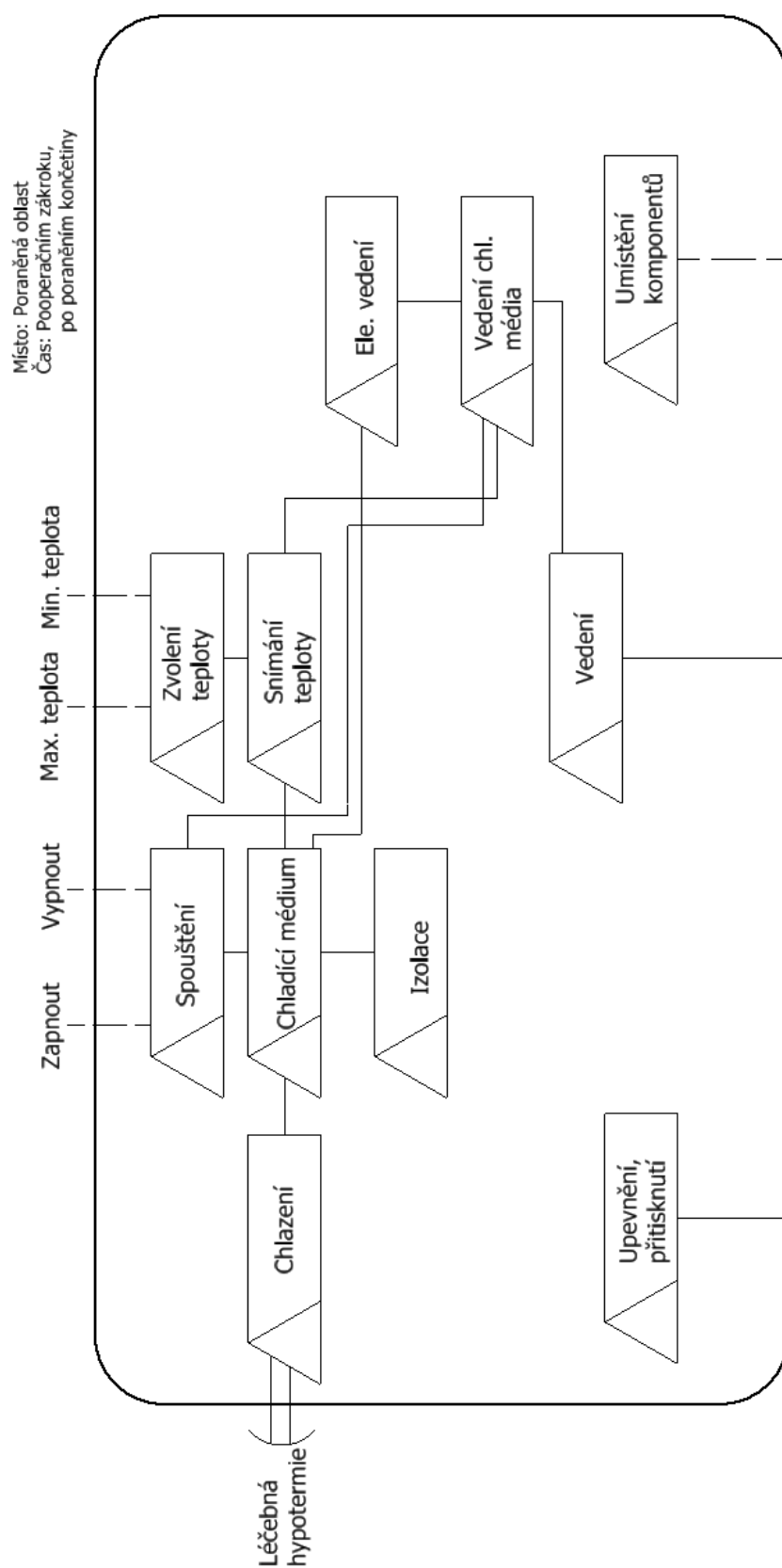
1. Upevnění/přiložení zařízení (na končetinu)
 - 1.1 Přizpůsobení ke tvaru končetiny
 - 1.2 Zajištění zařízení na končetinu
2. Chlazení
 - 2.1 Chlazení poraněné tkáně (zvýšit kondukci tepla)
 - 2.2 Odvod tepla
 - 2.3 Regulace chlazení
 - 2.4 Těsnění
3. Kontrola a zabezpečení
 - 3.1 Monitorování teploty
 - 3.2 Krytování (těsnění elektrických prvků)
4. Vedení (vodiče)
 - 4.1 Napájení elektrických prvků
 - 4.2 Vedení chladicího média

2.5 Hierarchický funkční strom



Obr. 8 Hierarchický funkční strom [4]

2.6 Blokové schéma



Obr. 9 Blokové schéma [4]

3. Stanovení orgánové struktury

Do orgánové struktury vstupují specifikace požadavků a proces funkcí. Cílem orgánové struktury je získání realizujícího funkčního principu a jeho pracovní způsob.

3.1 Morfologická matice [4]

Dílčí funkce		Funkční principy / Orgány – nositelé funkcí			
1.	Upevnit/přiložit	Suchý zip	Rukojeť	Řemen	
1.1.	Přizpůsobit tvar kontaktu na končetinu	Tloušťka elastického materiálu	Geometrie kontaktního prvku	Geometrie rozváděcího prvku	Distance
2.	Chlazení	Tepelná trubice	Peltierův článek	Ventilátor	Kryosáček
2.1.	Chlazení poraněné tkáně	Gel	Vyholená srst		
2.2.	Odvod tepla	Hliník	Měď	Plech	Konvekcí
2.3.	Regulace chlazení	Termostat	Řídicí jednotka – změny příkonu vstupující do ele. prvku	Nadefinované chladicí teploty	
2.4.	Těsnění	Vhodné tvarované zakrytování	Vzduchové těsnění	Izolační materiál	Nátěr
3.	Kontrola a zabezpečení	Ploché odporové čidlo	Válcové odporové čidla	Infračervený teploměr	
3.1.	Monitorování teploty	Display			
3.2.	Krytování	Plast	Laminát	Plech	
4.	Vedení	Pneumatické vedení	Hydraulické vedení	Elektrické vedení	

4.1.	Napájení ele. prvků	Akumulátor	Elektrická síť – napájecí adaptér		
4.2.	Vedení chladicího média	Hadice + Čerpadlo + Vodní nádrž	Prostředí + Ventilátor	Kompresor + Hadice	

Tab. 2 Morfologická matice [4]

Vyhodnocení morfologické matice – výběr variant

Bodové hodnocení jednotlivých variant

Známkování variant - 1 až 5

1 – ideální stav

5 – nevyhovující stav

Varianta 1 – Chladicí zařízení ve formě fénu



Obr. 10 Varianta 1[15]

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

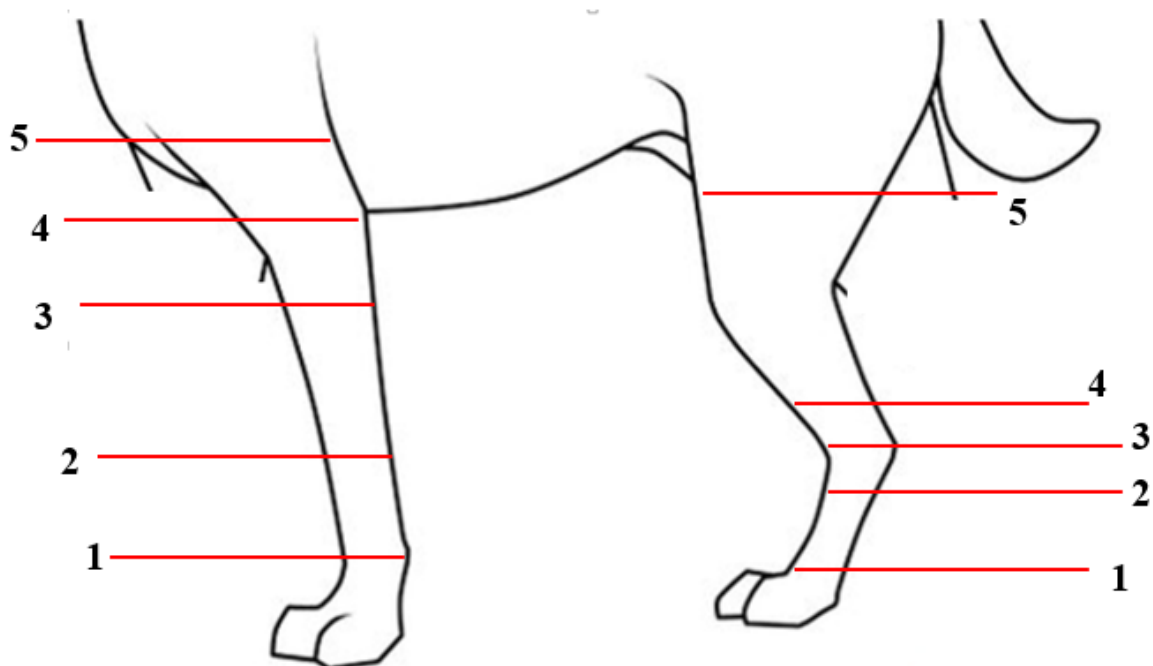
Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

4. Stanovení hrubé stavební struktury

3D model psí končetiny

Ke zpracování úkolu pro výpočty a určení geometrického tvaru kontaktní plochy byl vytvořen 3D model zadní a přední končetiny psa z kategorie malého plemene (Kavalír King Charles španěl). 3D model byl vytvořen na základě změřených hodnot. Byli naměřeny délky obvodů v různých výškových hladinách končetiny. 3D model končetiny byl vytvořen v programu Rhinoceros.

Délky obvodu přední a zadní končetiny



Obr. 14 Místa měřených obvodů [16]

Přední končetina psa



Obr. 15 Přední končetina psa

Zadní končetina psa



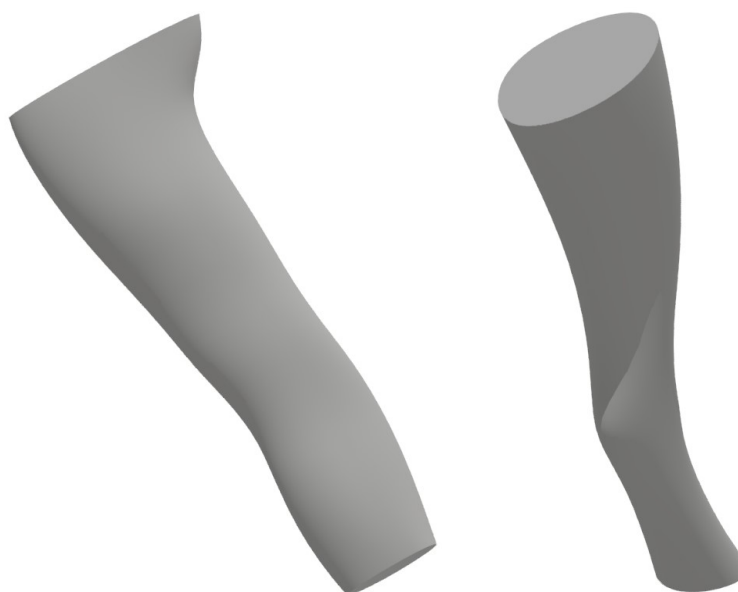
Obr. 16 Zadní končetina psa

Obvody přední a zadní končetiny psa

Číslo měřeného místa	Přední končetina O_p [cm]	Zadní končetina O_z [cm]
1	9,5	8
2	10	8
3	11	9,5
4	14	8,5
5	14,5	16,5
Σ	$O_{pr} = 12$ [cm]	
d	$\frac{120}{\pi} = 39$ [mm]	

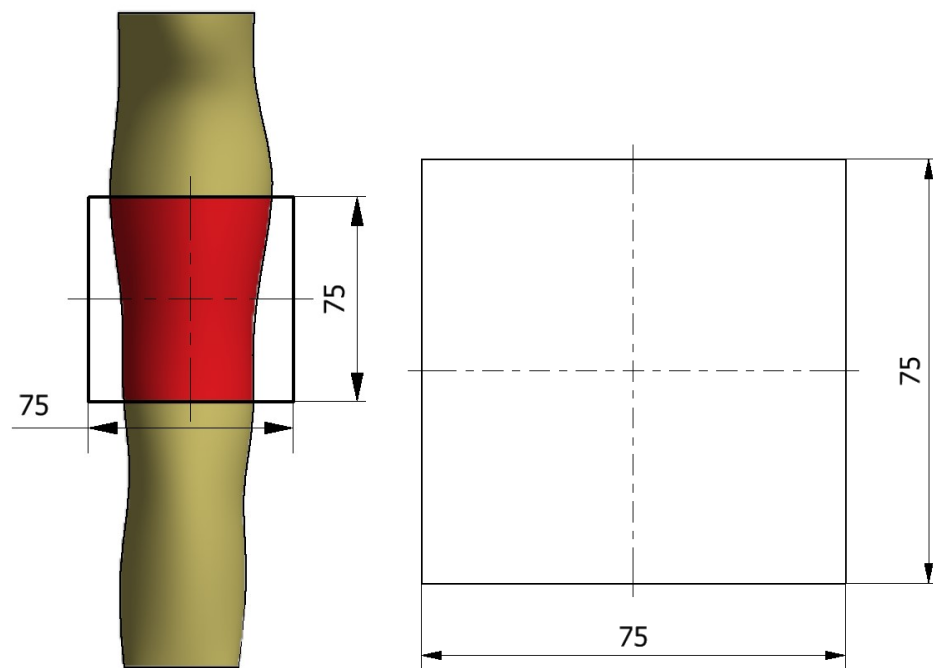
Tab. 10 Obvody přední a zadní končetiny psa

V tab. 9 jsou vypsány obvody, které byly naměřeny na přední a zadní končetině. Pro zjištění rozměru chlazené plochy byl spočten aritmeticky průměr obvodu přední končetiny a následně vypočítán průměr. Tyto hodnoty poslouží k získání potřebné chladičové plochy a přibližně vytváření kontaktní části chladičového zařízení.

3D přední a zadní končetiny

Obr. 17 Přední končetina (vlevo), zadní končetina (vpravo)

Potřebný rozměr chladicí plochy



Obr. 18 Chladicí plocha

4.1 Tepelný výkon psí končetiny

Naměřené teploty psa [19]

Experiment Number	Dog Number	Sex	Mass (Kg)	Rectal Temp. Before Anesthetic	Frequency (rad/sec)
4	891	MALE	11.36	39.2	$1.32 \cdot 10^{-2}$
7	895	MALE	15.91	38.6	$2.10 \cdot 10^{-2}$
9	858	MALE	9.77	38.8	0.167
11	891	MALE	10.91	39.0	$4.10 \cdot 10^{-2}$
12	893	MALE	12.72	38.9	$6.64 \cdot 10^{-2}$
13	895	MALE	15.45	38.9	$2.64 \cdot 10^{-2}$
14	896	MALE	14.55	38.9	$5.27 \cdot 10^{-2}$
15	895	MALE	15.45	38.5	$3.33 \cdot 10^{-2}$
17	894	MALE	12.27	38.2	$8.36 \cdot 10^{-2}$
19	894	MALE	12.27	38.8	$2.62 \cdot 10^{-2}$

Tab. 11 Změřené teploty v rektu u psa

Velikost tepelného toku psa se bude teoreticky považovat jako u člověka (viz. Příloha C). Teplota člověka v rektu se pohybuje 37,2 - 37,6 °C. Naměřená teplota u psů v rektu je od člověka o 1,5 až 2 °C větší (viz. Tab. 10). Proto je zvolena v tabulce činnost pro velmi těžkou práci, která má největší hodnotu tepelného toku u člověka.

$$q_{přil.c} = q_{pes} = 410 \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (4.1.1.)$$

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Reynoldsovo číslo

$Re_{krit} < 2320 \rightarrow \text{laminární proudění}$

$Re_{krit} > 2320 \rightarrow \text{turbulentní proudění}$

Střední hodnota rychlosti proudění kapaliny $w = 0,8 \left[\frac{m}{s} \right]$

$$Re = \frac{w \cdot d_H}{\nu} \quad [1] \quad (5.4.2.)$$

$$Re = \frac{w \cdot d_H}{\nu} = \frac{0,8 \cdot 0,01025}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 8168,268 \quad [1]$$

Prandtlovo číslo

$$Pr = \frac{\rho \cdot c_p \cdot \nu}{\lambda} \quad [1] \quad (5.4.3.)$$

$$Pr = \frac{\rho \cdot c_p \cdot \nu}{\lambda} = \frac{998 \cdot 4200 \cdot 0,8}{0,6} = 7,013 \quad [1]$$

Nusseltovo číslo

Pro nucenou konvekci s turbulentním prouděním $n = 0,43$

$$Nu = Nu(Re, Pr)$$

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \quad [1] \quad (5.4.4.)$$

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} = 0,021 \cdot 5430,131^{0,8} \cdot 7,013^{0,43} = 47,188 \quad [1]$$

5 Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

5. Závěr

Cílem práce bylo vytvořit konstrukční návrh chladícího zařízení pro rehabilitační léčbu postižených oblastí psa. V úvodu práce jsou uvedeny informace o zdravotních problémech psů, na která navazuje přehled současné techniky a rehabilitačních metod – včetně informací poskytnutých v rámci konzultace s odborným veterinářem. Ze získaných informací byl vytvořen a upřesněn seznam požadavků, které by zařízení mělo plnit. Po vytvoření funkční struktury byla zpracována morfologická matice, z níž byl vybrán koncept, který byl dále rozpracován do 3D modelu a do výkresové dokumentace.

6. Seznam zdrojů

- [1] VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, *Zařízení pro aplikaci hypotermie*: Ostrava – Poruba; Patent, 303 114. Uděleno 29.2. 2012
- [2] VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, *Zařízení pro aplikaci hypotermie*: Ostrava – Poruba; Patent, 306 091. Uděleno 22.6. 2016
- [3] Mezinárodní kynologická federace [online]. [cit. 2016-17-10]. Dostupný z WWW: <http://www.fci.be/en/Nomenclature/>
- [4] HUBKA, V. Konstrukční nauka: Obecný model postupu při konstruování. Zürich: Heurista, 1995. 118 s. ISBN 80-90 1135-0-8.
- [5] Mezinárodní kynologická federace [online]. [cit. 2016-17-10]. Dostupný z WWW: <http://www.fci.be/en/Nomenclature/>
- [6] Příčiny úrazu [online]. [cit. 2016-17-10]. Dostupný z WWW: <http://www.cylex-uk.co.uk/reviews/viewcompanywebsite.aspx?firmaName=veterinary+thermal+imaging+-+cambridgeshire&companyId=17773603>
- [7] Aquatrainer [online]. [cit. 2016-20-10]. Dostupný z WWW: <http://www.medicalexpo.com/prod/physio-tech/product-83943-530691.html>
- [8] Příčiny úrazu [online]. [cit. 2016-20-10]. Dostupný z WWW: <https://www.pinterest.com/pin/188377196887731806/>
- [9] HyperKewl [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW: <https://www.pesweb.cz/cz/1300.chladici-sortiment-hyperkewl>
- [10] Vodní rehabilitace [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW: <http://www.veterina-info.cz/odborne-clanky/moderni-moznosti-rehabilitace-u-psu.-191.html>
- [11] Negativní termoterapie [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW: <http://www.physiodog.cz/Fyzioterapie-malych-zvirat.html>
- [12] Zařízení GAME READY [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW: <http://intl.gamereadycanine.com/index.htm>

- [13] CLT therapy laser [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<http://abadievet.com/services/companion-laser-therapy/>
- [14] Cold therapy laser [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<http://www.akcchf.org/canine-health/your-dogs-health/caring-for-your-dog/laser-therapy-for-dogs.html?referrer=https://www.google.cz/>
- [15] Varianta 1 [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<https://grabcad.com/library/hairdryer--7>
- [16] Naměřené hodnoty psa [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<http://www.wikihow.com/Draw-a-Dog>
- [17] Veterinární klinika - MVDr. Martin Polák [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW: <http://www.veterinahavirov.cz/>
- [18] PAULER, P.; SONDEL, L.; SRNEC, J. : 2016-21-9 – Protokol
z experimentálního určení součinitele tepelné vodivosti konstrukčního materiálu
v předmětu: *Experimentální metody* 2016 - str. 14
- [19] Teploty v rektu [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=8303&context=rtd>
- [20] Metabolismus člověka [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [21] Peltierův článek [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<http://www.tme.eu/cz/details/pm-30x30-36/peltierovy-moduly/stonecold/tes1-12704>
- [22] Chladicí blok [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<https://www.alphacool.com/shop/cpu-cooler/intel-amd/21507/alphacool-eisblock-xpx-cpu-intel/amd-deep-black>
- [23] Místní ztráty [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/21-hodnoty-soucinitelu-mistnich-ztrat-zdroje-tepla-a-zakladni-tvarovky-potrub>
- [24] Čerpadlo [online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<https://www.alphacool.com/shop/pumps/alphacool-pumps/19041/alphacool-laing-ddc310-single-edition-schwarz?c=20557>
- [25] Zdroj[online]. [cit. 2016-3-11]. Dostupný z WWW:
<http://www.meanwell.com/webapp/product/search.aspx?prod=SE-100>

7. Seznam obrázků

Obr.1 Náchylnost poranění v kloubech [8]	13
Obr. 2 Aquatrainer [7]	14
Obr. 3 Hyperkewl – chladicí vesta [9]	15
Obr. 5 CTL Therapy laser [13].....	16
Obr. 6 Černá skříňka [4].....	20
Obr. 7 Obecná forma blokové schéma technického procesu [4].....	21
Obr. 8 Hierarchický funkční strom [4].....	23
Obr. 9 Blokové schéma [4]	24
Obr. 10 Varianta 1[15]	26
Obr. 11 Varianta 2	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 12 Varianta 3	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 13 Proces transformace [4]	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 14 Místa měřených obvodů [16]	33
Obr. 15 Přední končetina psa	34
Obr. 16 Zadní končetina psa	34
Obr. 17 Přední končetina (vlevo), zadní končetina (vpravo)	35
Obr. 18 Chladicí plocha	36
Obr. 19 Hlavní menu Ansys Workbench 17.0	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 20 Specifikování materiálů	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 21 Umístění podmínek	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 22 Řešení teplotní analýzy složených desek ...	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 23 Základní sestava chladicí jednotky	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 24 STONECOLD TES1-12704 [21].....	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 25 Řez chladicího bloku.....	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 26 ALPHACOOl EISBLOCK XPX [22]	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 27 Rozdělení částí chladicího zařízení	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 28 Místa třecích ztrát.....	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 29 Alphacool Laing DDC310 - Single Edition - black [24]	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 30 Alphacool Eisbecher DDC - Acetal reservoir	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 31 Sestava hlavice	Chyba! Záložka není definována.

Obr. 32 Rozpad hlavice	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 33 Základní prvky hlavice	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 34 Řešení dotykové části hlavice	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 35 Sestava boxu	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 36 Box – odklápěcí prvky	Chyba! Záložka není definována.
Obr. 37 Celková sestava chladícího zařízení	Chyba! Záložka není definována.

10. Seznam tabulek

Tab. 1 Požadavkový list [4]	20
Tab. 2 Morfologická matice [4]	26
Tab. 3 Hodnocení varianty 1	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 4 Hodnocení varianty 2	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 5 Hodnocení varianty 3	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 6 Vyhodnocení variant	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 7 Morfologická matice – Box	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 8 Hodnocení varianty boxu 1	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 9 Hodnocení varianty boxu 2	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 10 Obvody přední a zadní končetiny psa	35
Tab. 11 Změřené teploty v rektu u psa	36
Tab. 12 Zavedení okrajových podmínek	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 13 Hliníková deska	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 14 Silikonová vložka	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 15 Hodnoty Peltierova článku	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 16 Hodnoty kapaliny	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 17 Hodnoty kapaliny	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 18 Hodnoty k výpočtu třecích ztrát	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 19 Hodnoty k výpočtu místních ztrát [23]	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 20 Hodnoty k výpočtu místních ztrát [24]	Chyba! Záložka není definována.
Tab. 21 Technické parametry zvolené nádrže [24]	Chyba! Záložka není definována.

11. Seznam příloh

Příloha A – Konzultace s veterinárním odborníkem [17]

Příloha B – Naměřené hodnoty s kontaktním prvkem se silikonem s 15% Al příměsí [18]

Příloha C – Hustota tepelného toku [20]

Příloha D – Tlakové ztráty [22]

Příloha E – Zdroj [25]

Příloha E – Výkresová dokumentace 2x A0

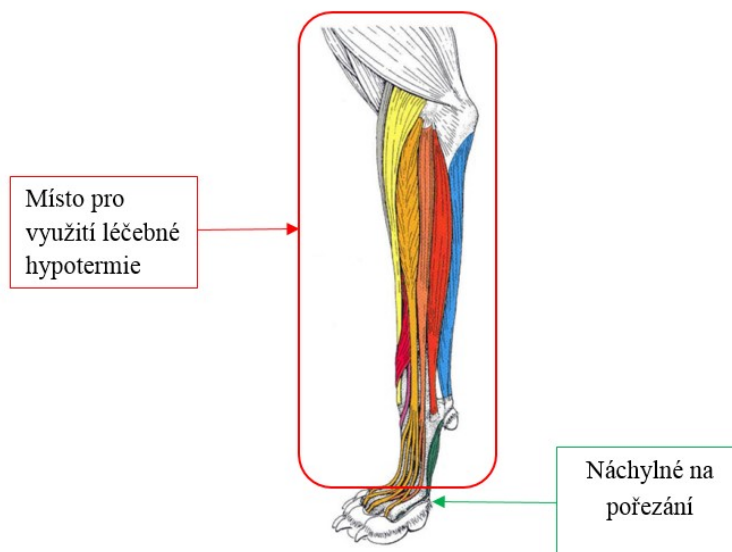
Příloha A – Konzultace s veterinárním odborníkem [17]

Konzultace proběhla s odborným veterinářem na veterinární klinice v Havířově.

Dotazy:

V jakých místech je nejvíce vhodná léčba hypotermií?

Nejvhodnější místo pro léčbu je mezi packou a pod hrudním košem psa.



Jaký máte názor na zvolení léčené hypotermií ve formě oblečku nebo bandáže pro psi?

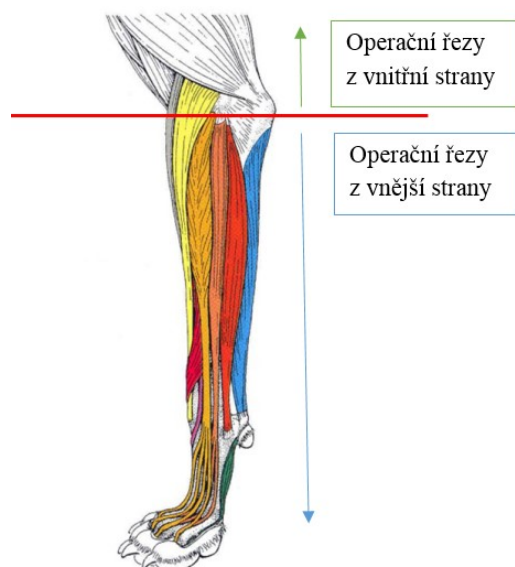
Volit lokální způsob hypotermie s pomocí přidržení chladicího zařízení asistenční osobou.

Jaký tvar dotykové plochy byste doporučil?

Zvolit zaoblený tvar, který by dokázal, co nejlépe obklopit nohu.

Jsou operační řezy předem určené nebo se volí dle daného problému?

Operační řez se provádí v určitém místě pro daný problém. Z větší části se operační řezy provádějí na pažní části končetiny z vnitřní strany a pod loketním kloubem se operuje z vnější části.



Názory lékaře:

- Zesílit trubici proti překousnutí
- Možnost využít i na páteřní část (Pokud bude známa hloubka chlazení, aby nedošlo prochlazení míchy)

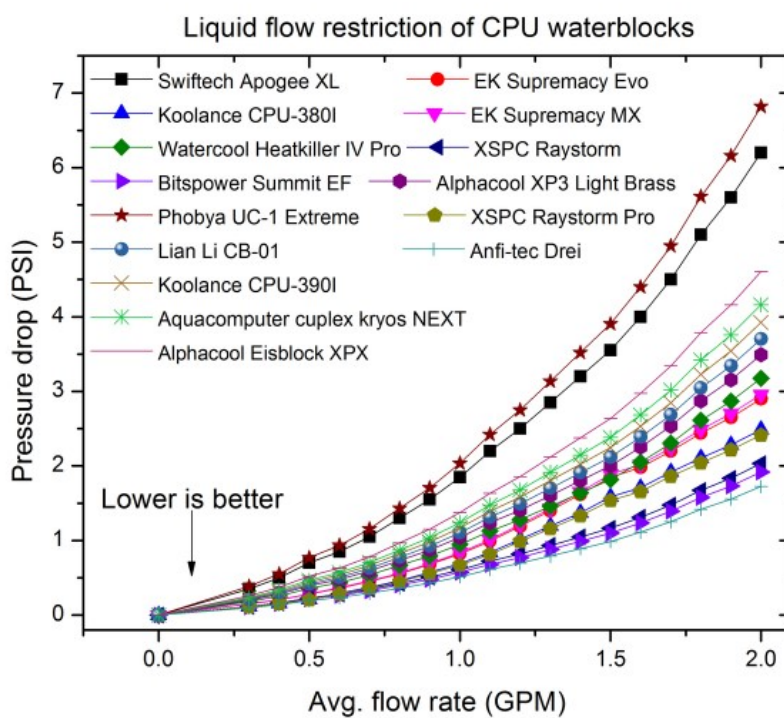
Příloha B

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě diplomové práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího diplomové práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

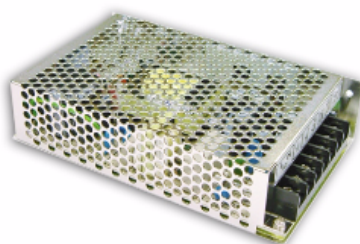
Příloha C – Hustota tepelného toku [20]

Činnost	W	W.m ⁻²	met
Spaní	70	40	0,7
Odpočívání, ležení na posteli	80	46	0,8
Sezení, odpočívání	100	58	1,0
Stání, práce v sedě	120	70	1,2
Velmi lehká práce (učitel, nakupování, vaření)	160	93	1,6
Lehká práce (domácí práce, práce s přístroji)	200	116	2,0
Středně těžká práce (tanec)	300	175	3,0
Těžká práce (tenis)	600	350	6,0
Velmi těžká práce (squash, práce v hutích)	700	410	7,0

Příloha D – Tlakové ztráty [22]



Příloha E – Zdroj [25]

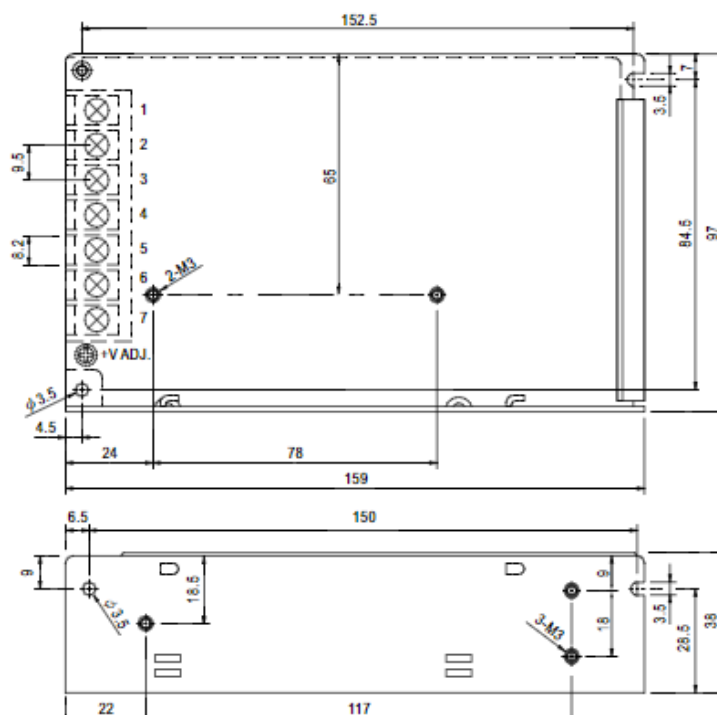


- Features :
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
 - Cooling by free air convection
 - LED indicator for power on
 - 100% full load burn-in test
 - 2 years warranty



SPECIFICATION

SPECIFICATION								
MODEL		SE-100-5	SE-100-7.5	SE-100-9	SE-100-12	SE-100-15	SE-100-24	SE-100-48
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	7.5V	9V	12V	15V	24V	48V
	RATED CURRENT	20A	13.6A	11.2A	8.5A	7A	4.5A	2.3A
	CURRENT RANGE	0 – 20A	0 – 13.6A	0 – 11.2A	0 – 8.5A	0 – 7A	0 – 4.5A	0 – 2.3A
	RATED POWER	100W	102W	100.8W	102W	105W	108W	110.4W
	RIPPLE & NOISE (max.) <small>Note.2</small>	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75 – 5.5V	7.13 – 8.3V	8.55 – 9.9V	11.4 – 13.2V	14.25 – 16.5V	22.8 – 26.4V	45.6 – 52.8V
	VOLTAGE TOLERANCE <small>Note.3</small>	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION <small>Note.4</small>	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	LOAD REGULATION <small>Note.5</small>	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%	±0.5%
	SETUP, RISE TIME	1000ms, 20ms/230VAC 1000ms, 20ms/115VAC at full load						
	HOLD UP TIME (Typ.)	30ms/230VAC 25ms/115VAC at full load						
INPUT	VOLTAGE RANGE <small>Note.8</small>	85 – 132VAC / 176 – 264VAC selected by switch			248 – 373VDC			
	FREQUENCY RANGE	47 – 63Hz						
	EFFICIENCY (Typ.)	80%	81%	81%	83%	84%	86%	86%
	AC CURRENT (Typ.)	2A/115VAC 1.2A/230VAC						
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 45A						
	LEAKAGE CURRENT	<2mA / 240VAC						
PROTECTION	OVERLOAD	110 – 150% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed						
	OVER VOLTAGE	5.75 – 6.75V	8.6 – 10.1V	10.4 – 12.2V	13.8 – 16.2V	17.25 – 20.25V	27.6 – 32.4V	55.2 – 64.8V
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 – +60°C (Refer to "Derating Curve")						
	WORKING HUMIDITY	20 – 90% RH non-condensing						
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 – +85°C, 10 – 95% RH						
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 – 50°C)						
	VIBRATION	10 – 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes						



Terminal Pin No. Assignment

Pin No.	Assignment	Pin No.	Assignment
1	AC/L	4,5	DC OUTPUT -V
2	AC/N	6,7	DC OUTPUT +V
3	FG		